

# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО РЕЖИМА ДУГОВОГО РЕАКТОРА

А.Я. Пак, к.т.н., доц.,  
П.В. Поваляев, студент гр.8ТМ91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: pvp13@tpu.ru

## Введение

Карбид бора, представляет собой бинарное соединение бора и углерода и характеризуется, как один из наиболее перспективных сверхтвердых материалов в своем классе.

Существуют различные способы получения данного материала. Метод, реализуемый в атмосферной плазме дугового разряда постоянного тока является одним из возможных способов синтеза данного материала [1].

Получение карбида бора происходит с помощью плазмохимической установки с горизонтальным расположением электродов. Целью данной работы является создание системы управления и мониторинга параметров установки.

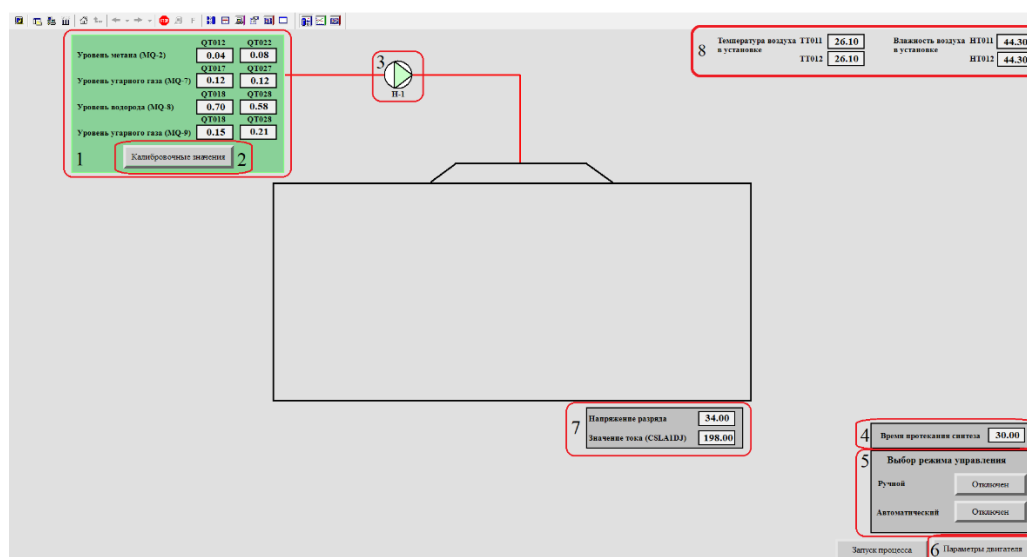
## Описание работы системы управления и мониторинга параметров

В ходе разработки системы управления и мониторинга параметров установки, была создана SCADA-система на основе программного пакета MasterSCADA [2]. Связь с контроллером осуществляется с помощью OPC-сервера, для его реализации была использована программа Master OPC universal Modbus [3].

Разрабатываемая система выполняет следующие функции:

- Регистрация температуры и влажности.
- Регистрация тока и напряжения в процессе проведения синтеза.
- Анализ компонентов газовой среды.
- Управление шаговым двигателем с целью перемещения электродов.
- Управление насосом, перекачивающим воздух из реактора до датчиков газоанализа.
- Архивирование измеряемых параметров.
- Установка калибровочных коэффициентов для системы газоанализа.

В ходе работы была разработана мнемосхема, позволяющая производить мониторинг измеряемых параметров, а также выполнять управление процессом синтеза. На рисунке 1 изображена данная мнемосхема.



1 – показания датчиков газоанализа; 2 – вызов окна ввода калибровочных; 3 – индикация работы насоса; 4 – окно ввода времени протекания процесса; 5 – окно выбора режима управления; 6 – вызов окна управления шаговым двигателем; 7 – показания датчика тока и напряжение разряда.

Рис. 1. Экран управления и мониторинга параметров рабочего режима дугового реактора.

Анализ компонентов газовой среды, производится с использованием датчиков метана, датчиков угарного газа и датчиков водорода. Для повышения точности измерений, датчики газа были продублированы. Показания с датчиков выводятся на мнемосхему – позиция 1. Для возможности ввода калибровочных значений, на мнемосхеме предусмотрена возможность вызова окна ввода калибровочных параметров с помощью кнопки – позиция 2.

При старте синтеза, в автоматическом режиме, управляющее воздействие поступает на насос. Насос производит откачку воздуха из реактора. Откаченный воздух с выделившимися газами поступает в камеру газоанализа. На позиции 3 отображена индикация работы насоса, управление насосом реализовано с помощью реле, подключенному к дискретному выходу контроллера.

Управление процессом синтеза в программе реализованы двумя режимами управления, показанными на позиции 5, – автоматического и ручного. Мнемосхема позволяет производить выбор данных режимов.

При выборе ручного режима управления пользователю предоставляются следующие возможности:

- Выбор направления вращения шагового двигателя.
- Запуск/остановка шагового двигателя.
- Задание скорости вращения.

При выборе автоматического режима управления происходит непосредственно запуск процесса синтеза. Для начала синтеза пользователю необходимо, в окне параметров двигателя – позиция 6, задать скорость вращения двигателя и также задать время протекания процесса – позиция 4. После задания всех параметров необходимо нажать кнопку «Запуск процесса», отключение производится возвращением кнопки в исходное состояние.

Показания тока и напряжения выведены на позиции 7.

Измерение температуры и влажности в установке производится с использованием датчиков AM2302, на мнемосхеме также выведены показания датчиков – позиция 8.

Архивирование информации производится с помощью стандартных инструментов программного пакета MasterSCADA. Отслеживание параметров реализовано с помощью трендов и отчетов, также, для удобства работы с данными, возможен экспорт регистрируемых значений в файл Excel.

## **Заключение**

В ходе работы реализовано считывание данных с датчиков, реализовано управление шаговым двигателем, а также запуском и остановкой работы насоса. Реализована работа системы газоанализа.

Произведен выбор OPC-сервера и SCADA-системы. В качестве OPC-сервера был выбран Modbus Universal MasterOPC Server. В качестве SCADA-системы выбрана Master SCADA 3.7.

На визуализации реализовано отображение измеряемых параметров – температуры, влажности, напряжения разряда и тока. Добавлены тренды для данных параметров. Также добавлен вывод данных с датчиков газоанализа, и реализована возможность ввода калибровочных значений. С помощью мнемосхемы осуществлен выбор режима управления, ввод времени протекания процесса синтеза, ввод скорости вращения шагового двигателя и выбор направления вращения в ручном режиме.

## **Список использованных источников**

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] / Влияние длительности синтеза на фазовый состав порошкового продукта, содержащего карбид бора, полученного в атмосферной плазме дугового разряда постоянного тока // URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41661488> — Дата обращения 06.03.2021.
2. MasterSCADA [Электронный ресурс] / SCADA СИСТЕМА MASTERSCAD // URL: <https://insat.ru/products/?category=9> — Дата обращения 06.03.2021.
3. ИнКАТ [Электронный ресурс] / ИНКАТ MODBUS UNIVERSAL MASTEROPC SERVER 32 // URL: <https://insat.ru/prices/info.php?pid=6944> — Дата обращения 06.03.2021.